

# 子どものつまずきを生かした理科指導

— 4 年「温度と虫の育ち方」—

山 井 重 雄<sup>1</sup>    岡 村 徳 司<sup>2</sup>  
荻 野 孝 衛<sup>3</sup>    遠 藤 武 栄<sup>4</sup>

## 1 主題設定の理由

これまでの研究（新潟県立教育センター実践研究集録第9集理科・小学校編）によって、次のことが明らかになっている。つまずきを生かすことによって問題意識が深まる、先行経験がフルに活用される、子どもらしい発想が誘発される、児童相互のみがき合いが活発になるなど。これまでの研究は、問題解決を意欲的に行なわせるためのつまずきの活用が中心であり、このつまずきの活用によって、ひとりひとりの自然認識がどのように変わっていくかというところまで深まっていなかった。今年度は、認識の変容に重点をおき、認識をいま一步深めたり、広げたりするのに、つまずきはどのようなはたらきをするか、ひとりひとりの子どもに即して追求してみることにした。

授業に深まりが見られない。これが現場の先生方の声である。探究の過程が重要だと言えは「問題→予想→実験→結論」と形式的なパターンを追っていくような授業になったり、科学の方法を強調すれば「観察→測定→グラフ化」といった要素だけを取り上げた授業になったりして、なかなか、ひとりひとりが矛盾に直面し、方向の決定に悩み、方法に苦しみながら、資料を求めていくような追求的な授業になりにくいというのが実際の姿である。その大きな原因の一つは、児童の実態のとらえ方があまく、表面的で、ひとりひとりの児童が本当に困っているところまで見きわめて指導に臨んでいないところにあるように思われる。この研究では、こうした児童の認識の実態を徹底的に追ってみたいと考えている。

## 2 研究の構想

ひとりひとりの子どものつまずきの実態をとらえ、これを授業に生かすことによって、意欲的な追求活動をもりあげながら、ひとりひとりの認識を深めたいというのが本研究の意図なので、次のような手順で研究を進めてみた。

①つまずきの実態調査（200名の児童を対象）→②授業に生かし得るつまずきの抽出→③つまずきを生かす場の設定→④指導過程の構成→⑤つまずきの生かし方→⑥授業分析→⑦指導後の実態調査→⑧考察→⑨指導過程の再構成

1. 新潟県立教育センター

2. 三条市立西鶴田小学校

3. 新発田市立猿橋小学校

4. 北蒲原郡笹神村立神山東小学校

### (1) つまずきの実態

問題意識が明確でないために起こるつまずき、学習方法が身についていないために起こるつまずきなど、その種類は多いが、大きく次の三つに分けてとらえる。

①認識内容(知識・理解)に関するつまずき — 理解させようとする基本的な内容に対して、どの程度のずれを持っているか(右図参照)。例えば、この单元では「成長の適温」を理解させることが基本的な内容の一つになっているが、



これに対してA児は「季節によって成長のしかたが違う」と考えたり、B児は「小さい虫ほど低い温度が適しているのではないかと適温と動物の形を結びつけて考えたり、C児は「人工的な温度(恒温器)では育たない」と考えたりしている。それぞれ目標とのずれを持っている。この実態をとらえ、どのような事象を提示し、どのようなプロセスを組み、指導したならば、それぞれの認識を変えることができるかを追求する。

②方法(科学の方法、学習方法)に関するつまずき — この单元で習得させたい方法に対するずれ。例えば、ショウジョウバエの生命を保持するための上限、下限の温度をとらえる実験方法を考えさせたところ、A児は「ハエのはいった牛乳びんをアルコールランプで熱する」と考えたり、B児は「熱湯であたためる」、C児は「高い温度と低い温度の入れものを作って置き、どちらの温度が好きかを調べる」など、いろいろな考え方をしている。これらの実態をふまえて、最も適した方法を検討させる。

③能力・態度に関するつまずき — 個や類としてまとめる力、原因・結果の関係的な見方がどの程度育っているか。ひとりひとりが追求的な態度になっているかなど、その実態をとらえて指導に臨む。

### (2) 場の設定と指導過程の構成

これまでの研究から、つまずきを課題設定の段階、予想、方法、実験・観察などの各段階に生かすことによって、追求的な過程が構成されることが明らかになったので、主なつまずきをこれらの段階に位置づけ、予想をねり上げたり、多面的な方法を考え出させたり、効果的な実験・観察を行なわせたりして、認識が深まるように配慮する。

指導過程は、つまずきを生かすことによって、一直線型ではなく、実験→失敗→実験→失敗のジグザグコースにし、その過程でねばり強い思考力が養われるように構成する。

### (3) つまずきの生かし方

つまずきを指導過程に位置づけても、指導に当って、どのように生かしていくか、その指導の手だてが明確にならなければ、認識を深めることができない。そこで、どの段階で、どのような事象提示によって、つまずきを活用し、どのような認識を深めていこうと考えているかを明らかにする。特に、指導前にとらえたつまずきの実態をどのように解釈し、それを展開過程にどのようにして生かしていくのか、それを生かすことによって、展開過程がどのように変わっていくのかを明らかにする。

### (4) 考察(授業研究で明らかになったこと)

つまずきの生かし方を研究仮説として考え、仮説どおりにいったかどうかを検討する。特に、事象提示や教師のはたらきかけと問題意識の関係、事象提示や児童相互のみがきあいと認識の深まり、方法や能力・態度の変容について、明らかにになった点や不明な点を追求する。



### 3 研究の実際

#### (1) 単元名 4年「温度と虫の育ち方」

#### (2) 指導目標

虫の成長には順序ときまりがあり, その成長の速さや活動のしかたは, 外界の温度に関係が深いことを理解させる。		
第一次 (四時)	虫のなにかま	①日あたりや虫の好む食物から居場所を推定し, 自然の中から虫を採集することができる。 ②虫を足, 羽, 殻, 体の区分(頭・胸・腹)などの視点から共通点や差異点をとらえ, なかまわけをすることができる。 ③計画的, 継続的に飼育して, 虫の成長の順序や脱皮, 変態などの事実をとらえるとともに, これらが外界の温度と関係し合っていることを理解する。
第二次 (四時)	温度と虫の活動	④温度によって虫の活動のしかたが変わることを実験的に確かめ, 虫の活動と温度とが深い関係にあることを理解する。 ⑤適温, 不適温での飼育を通して卵, 幼虫, 蛹をくわしく観察し, 温度によって成長期間の違いがあることがわかる。 ⑥卵・幼虫のくわしい観察を通して, 幼虫や蛹自身の中にも数段階の変化があることを理解し, 生命の連続性に気づく。(生命の連続性)
第三次 (三時)	温度と成長	⑦季節を変えて虫の成長期間を比べ, その資料をもとにして, 成長の日数には違いがあるが, 成長の順序はかわらないことがわかる。 ⑧継続観察を通して, 世代をくり返しても, 虫の大きさや形はあまり変化しないことがわかる。(種の保存)(生物の多様性) ⑨温度と成長や活動の関係から, 虫の冬越しについて推論することができる。

#### (3) 児童の実態(基本的な内容に対するつまづきの実態)

##### ア 虫が成長するとき, 脱皮や変態が行なわれること

○ モンシロチョウを例に調査した結果, モンシロチョウは卵→幼虫→蛹→成虫の順に育つ 90%の正答率であったが, 虫の種類による成長過程の違いについては, ・完全変態と不完全変態の二つがある 55%, ・虫は全部完全変態をする 32%, ・虫の育ち方にきまりがない 18%で, 約半数の児童が十分な理解をしていないことがわかる。

○ モンシロチョウの脱皮について, 78%の児童は, その事実を知っているが, バッタ, コオロギ, セミなどになると60%~50%とだんだん正答率が落ちていく。ましてやこん虫一般が脱皮するなどという見方は育っていない。大部分の児童は脱皮を変態の一段階と考え, 成長と結びつけて考えていないのが実態である。したがって指導に当っては, ショウジョウバエだけでなく, コオロギやバッタの変態や脱皮の事実を観察させながら, 成長と脱皮を関係づけて考えさせたり, 脱皮や変態という視点から, 虫をなかま分けしてみる活動などが必要になってくる。

##### イ こん虫は種類によって成長期間に違いがあること

○ モンシロチョウとショウジョウバエの成長の速さくらべて, ・ショウジョウバエは小さいから成長期間が短い58%, ・同じ虫だから成長期間も30日ぐらい 22%, ・虫によってみんな違う20%と, いろいろな考え方をしている児童が多いことから考えると, 種類による成長期間の違いに

まで深まっていなかったことがわかる。また虫の成長期間をちぢめることができるかの問いに対して、  
 ・できる10%で、90%の児童はそんなことをすれば死んでしまうと答えている。縮めることができ  
 と答えた児童でも、 $\frac{1}{2}$ に縮めたり $\frac{1}{3}$ に縮めることはできない、少しだけと答えていることからすると、  
 虫の成長と温度との関係のふしきさに気づいている児童はごく少数であると考えてよい。したが  
 って指導に当っては、温度の変化で、成長期間すら変えることができるという事実に向けたい。

- 同じ虫を15日間と30日間で育てた場合、各成長段階での日数はどう変わるかの問いに対して、  
 ・卵の期間だけが長くなる 22%、・幼虫の期間だけが長くなる 34%、・蛹の期間だけが長くなる  
 4%、・どの段階も2倍になる 40%で、どの段階も比例して2倍になるという見方が半数  
 にもみえないことは、蛹のようにえさを食べない段階は成長しないように考えているのではないかと  
 思われる。事実、さなぎの期間にどのような変化が見られるかを絵に書かせたところ 30%の児童  
 が、変化しない絵を書いていることから、そのことが言える。したがって指導に当っては、幼虫の  
 段階も蛹の段階もそれぞれこまかい変化があることを観察させながら、生命の連続性に気づかせてい  
 くことが必要である。

ウ こん虫の成長の速さや活動のようすは、外界の温度によって違うこと

- 温度と成長期間の調査では、・温度が高くなれば成長期間が短くなる 74%、・温度に関係ない  
 20%、・長くなる 6%であり、さらに30°、40°と上げていったらどうなるかに対して、・期間  
 が短くなる 62%、・あげ過ぎると死ぬ 36%、・期間が長くなる 12%で、高い温度にす  
 れば、成長期間が短くなると考えている傾向がわかる。
- 温度と活動のしかたについては、温度が高くなるにつれて活発に動きまわり、低くなるにつれて、  
 動きがにぶくなり、あまり高過ぎたり低過ぎると死ぬという見方が95%と圧倒的である。上限の温  
 度は50℃が70%、下限は5℃が80%であった。これらの判断の根拠は人間がふるにはいってが  
 まんでくる温度が40°ぐらいだから、冬の寒い日は5℃ぐらいだからと生活経験からのものが多い。  
 また適温については20°~25℃が80%で、魚の飼育などで水温をはかったことなどから判断して  
 いる。鳴く虫が秋に多くみられるのはなぜかに対して、・ちょうどよい季節だからが80%もいるこ  
 とから考えるとはっきりとした温度という見方ではなく、いろいろな要素が総合された季節という見  
 方が強いように思われる。
- 虫の冬の生活のしかたについては、・餌がないので、卵や蛹になっている 48%、物のかげにか  
 くれている 38%で、蛹になっていれば皮があるし、餌をとらなくてもよいので冬越につどうがよ  
 いと考えている。しかしなかには冬は寒いのでみんな死ぬと考えている児童もいることを考えると、  
 冬の指導も必要をように思われる。

エ 世代をくり返しても、形や大きさは変わらないこと

- 虫がふえること、決していなくなるなどから、85%の児童が世代のくり返しについて  
 知っている。しかし、世代をくり返している間に、形や大きさは変わらないかの問いに対して、・変  
 わらない 70%、・羽、足の数、体の形が変わる 20%、・2回目が大きくなる 8%で、  
 約20%の児童が、少しは変わるのではないかと考えていることは指導に当って十分注意する必要が



ある。児童は世代をくり返している間に、餌や温度などが変わるので、虫の大きさも当然変わると考えているので、他の虫と比較させ、不変な点に気づかせる指導が必要である。

オ コン虫のなかま分け

- 児童はコン虫ということばや足が6本、羽が4枚ある虫である、クモはこのなかまでないなどは、知識として知っている。ところが、虫をなかまわけするにはどうしたらよいかの調査で、・足、羽の数を数える 20%, ・頭、足、羽があるかを調べる 33%, ・からだの形をくらべる 10% ・卵を生むかどうかを調べる 10%などの反応があり、頭、胸、腹の三つの部分から分けるという答えがないことなどから考えると、なかま分けの視点が明確に育っていないことがわかる。

#### (4) 展開の過程 (指導時数-11時間)

- T<sub>1</sub> いまごろどんな虫がいるかな (7月上旬)  
・モンシロチョウ ・トンボ ・クワガタ ・ミツバチ ・セミも鳴き始めたよ ・虫の幼虫もいる
- T<sub>2</sub> これはなんという虫かな (びんの中に入れた ショウジョウバエを提示)  
・ショウジョウバエ ・始めて見る虫だ ・つかまえたことがある ・ごみすて場に多い ・赤い目
- T<sub>3</sub> どこにいるだろう。つかまえてみよう  
・あったかい所 ・ごみ捨て場 ・台所 ・明るい所 ・日かげですずしいところ ・雨の日より晴れの日 ・昼ごろより朝や夕方 ・虫あみでつかまえて飼って見よう ・くさったいちごにうじ
- T<sub>4</sub> どんな虫かな。もっとくわしく観察してみよう  
・拡大して見よう ・赤い目が2つ ・足が6本 ・羽が2枚 ・触角が2本 ・体に黒い線 ・口はラッパみたい ・足に毛がある ・体は頭、胸、腹の3つに分かれている
- T<sub>5</sub> これも虫のなかまかなあ。ほかの虫とくらべてみよう。  
・モンシロチョウと似ているだろうか ・羽が2枚 少ない ・育つ順序はモンシロチョウと似ているかなあ ・コオロギやバッタともくらべ その違いを表にまとめてみよう ・固い殻がない
- T<sub>6</sub> 殺さないように飼ってみよう。どんな場所が好きなのかなあ  
・餌-イチゴ、バナナなどのくさったものがよい ・場所-日なたより日かげがよい ・寒すぎると死ぬ ・飛ぶから大きな入れものがよい ・いつ頃卵を生むかなあ ・どんな育ち方をするかなあ
- T<sub>7</sub> 育ち方がどうしてこんなに違うのかなあ (育ち方を比較した表やグラフを提示)  
・餌がたりない ・日光があたらない ・光が強すぎる ・しめり気がある ・温度が高過ぎる
- T<sub>8</sub> 何度くらいが好きなのかな  
・20℃~25℃くらい ・50℃くらいまで ・10℃か50℃くらいまで ・いちばん好きな温度は20℃くらい ・13℃で動かない ・5℃で落ちてひっくりかえる ・30℃で苦しがる ・40℃で落ちて死ぬ ・死んだと思ったら生き返った ・10℃~30℃くらいまでが活動できる温度だ ・高過ぎると死ぬ
- T<sub>9</sub> 自然の中でも、この温度で成長しているのかな (気温のグラフを見ながら)  
・バエが出始めたのは気温が20℃くらいのとき ・日かげは25℃~27℃だった ・朝夕は20℃くらい
- T<sub>10</sub> 18℃と25℃で成長のようすをくわしく調べてみよう (18℃と25℃で飼育した記録を見ながら)  
・25℃は10日間で成虫 ・18℃は19日間で成虫 ・低くても育つが、育ち方がおそい ・育ち方がおそいのはふえ方が少ない ・やっぱり25℃がいいんだ ・35℃にしたらどうか ・幼虫にも成長の順序がある ・きなきにも成長の順序がある ・急に成虫になるのではなく少しずつ変化するのだ
- T<sub>11</sub> 温度さえ、適温にしておけば、10月でも11月でも同じように育つのかなあ  
・10月ならいいけど11月はだめだ ・11月はどの虫も死ぬ時期だ ・温度さえ適温なら、えさはあまるし、成長し、ふえるのではないかな ・やっぱりふえる ・時期のためではなく、温度のためだ ・適温であれば冬でもふえつつける。
- T<sub>12</sub> 適温なら、いつもこの順序で成長するのかなあ (夏の頃のデータと比較しながら)  
・何回飼っても、卵→幼虫→蛹→成虫の順をくり返す ・形や大きさはいつも大体同じようだった ・動き方や餌の食べ方も、いつのときも同じようだった ・温度だけで成長の期間が違ってくるのか
- T<sub>13</sub> 冬はどうしているのかなあ  
・蛹をたい肥場で見つけた ・蛹で冬を越すのだろう。蛹ならたい肥があるし、餌を食べなくてもいい ・モンシロチョウも蛹で冬を越した ・冬の温度は-3℃にもなるが、それでも死なないのか

## (5) 実践例 1 (第二次の④、活動に適した温度があることをとらえさせる指導)

## ア 本時の全体構想

## □ 本時の目標

とじこめたびんの中の空気の温度が変化するにつれて、ショウジョウバエの活動のようすが変わる  
ことから、ショウジョウバエの活動には温度が関係していることや適温があることに気づく。

## □ 基本的な内容

- ・温度を上げ下げすると、ショウジョウバエの活動は不活発になる。
- ・温度を上げすぎ、下げすぎたりすると、仮死状態になるが、もとにもどすと生きかえることがある。
- ・生きていくのに適した温度がある。

## □ つまづきの実態

・自然の中でショウジョウバエを採集したのち、どこにいたのかを調査したら次の結果が得られた。  
日なた 10%, 日かげでえさがあるところ 90%。さらに、そこにいたわけを問うたら、日かげがすき  
49%, うす暗いところがすき 25%, 日かげは涼しいから 21%, よい温度だから 5%であった。また児  
童はノートに次のように書いている。C<sub>1</sub>—日なたにどんなえさをおいてもこない。C<sub>2</sub>—日なたがすき  
だと思っていろいろなえさをおいたがこなかった。C<sub>3</sub>—昼ごろに姿をけす。まぶしいのかな。C<sub>4</sub>—日  
なたはあつすぎるのでは。C<sub>5</sub>—日かげでも、日なたに変わると逃げていく。児童は、ショウバエのい  
る場所を、温度ではなく日なたや日かげと結びつけ、日かげが好きだからと考えている。この見方を  
温度に高めてやるには、条件の違う場所で飼育し、ある条件を捨象する指導が必要である。

・動物の死ぬ原因について、児童は次のように考えている。C<sub>6</sub>—餌がない、C<sub>7</sub>—餌がくさる、C<sub>8</sub>—餌  
を多く入れたので、水がくさる。C<sub>9</sub>—魚の水をとりかえたら元気になった、C<sub>10</sub>—とんぼに息をかけた  
ら元気になった、C<sub>11</sub>—金魚が病気で死んだ、C<sub>12</sub>—直射日光が当たると死ぬ、C<sub>13</sub>—明る過ぎると死ぬ。  
・虫や魚を餌ってはいるが、その動きや死を、住んでいる場所の温度と結びつけて考えている児童は  
少ない。餌や明るさ、病気などで考えている傾向が強い。当然仮死状態になったものが、温度の変化  
によって元気に活動し出すなどということは、100%の児童が知らない。

・虫の活動や出現を季節や寿命と結びつけて考える傾向が強い。C<sub>14</sub>—春でる虫と秋でる虫がいる、C<sub>15</sub>—  
一暖かくなったし、えさもあるから、春に多くの虫が見られる、C<sub>16</sub>—秋急に出てくるのではなく、だ  
んだん大きくなるのに時間がかかるのだ、C<sub>17</sub>—寿命があるので、春や秋に多くの虫が見られる。虫の  
活動をあたたかくなったという季節と結びつけて考え、いかにも当然のように考え、生活に適した温  
度だからという見方をしていない。したがって季節を変えて飼育させる必要がある。

## □ つまづきの生かし方

・児童はショウジョウバエの活動を明るさや暗さに結びつけて考える傾向が強いので、まずこの考え  
を肯定し、明るさから温度へと深める過程を考えたい。明るさを捨象し、温度へ目を向けたい。その  
ためには、まっ暗い所、やや暗い所、直射日光でまぶしい三か所で飼育させ、まっ暗くても育ってい  
ること、直射日光の当たるところは死んでしまう事象の提示によって、明るさから温度へ観点を向け  
るようにしたい。



・活動と温度との関係を「なるほどなあ」と強く印象づけるには、どのような事象を提示したらよいのか。つまずきの実態で述べたように、盛ん動きまわっているときの温度を調べても、如何にもあたりまえに思って温度の重要性を意識してくれない。そこで、仮死状態になったハエを適温の状態にもどすと生きかえてくることから、非常な驚きを持って温度の重要性に気づかせ、上限・下限の温度をおさえさせ、「上限、下限があるなら、その中間にちょうどよい温度があるはずだ」と推論させ、適温に気づかせるように指導したい。

・実験によって適温をとらえても、これが自然現象の解釈に役立たなければ理解したことにならないので、採集した場所の温度を測定したり、よく育っている飼育びんの中の温度を測定させ、適温になっていることを確かめさせたい。また上限、下限の温度を測定し、実験データに基づいて結論を出す方法は、今回は最初なので十分時間をかけて身につくように指導したい。

# 授業の展開

分節	教師のはたらきかけ	児童の反応	認識の変容
1	T <sub>1</sub> 日なたにおいてショウジョウバエが死んだのはなぜか。 「死んだ原因を多面的に考えさせる」	<p><b>死んだのはなぜだろう</b></p> <p>C<sub>1</sub> 明るすぎた。C<sub>2</sub> 太陽の光が強すぎた。 C<sub>3</sub> びんのなかの温度が高すぎた。 C<sub>4</sub> びんのなかかぬれていた。 C<sub>5</sub> びんのなかかむしあつくなつたのでないかな。</p> <p><b>どれが原因か調べよう</b></p> <p>C<sub>6</sub> 明るすぎた、日かけがすぎな虫だから。 C<sub>7</sub> 温度が30℃くらいになつたんだ。人間も弱るあつさだ。 C<sub>8</sub> 明るさも、温度もかんけいあるのではないかな。 C<sub>9</sub> はっきりさせよう、明るさと、温度を分けて調べてみよう。</p>	<p>・明るく・温度が高すぎた。</p> <p>↓</p> <p>・はっきりしない。</p> <p>↓</p> <p>・どちらか一つだけにして調べてみれば温度が明るさかわかる。</p> <p>↓</p> <p>・温度だけで調べてみよう。何度くらいまで耐えられるか。</p> <p>↓</p>
	T <sub>2</sub> どのようにして調べたらよいかな。 (実験方法をくふうさせる)	<p><b>明るさと、温度を分けられないか</b></p> <p>C<sub>10</sub> かがみで光をあてたらよい。 C<sub>11</sub> 光をあてると、温度があがるよ。 C<sub>12</sub> 太陽の光のないところで、温度だけあげたら C<sub>13</sub> アルコールランプで温度をあげよう。 C<sub>14</sub> 火あぶりみたいでかわいそう。 C<sub>15</sub> 水を入れてアルコールランプで少しずつあけていこう。 C<sub>16</sub> 急にあげると、死にそうだな。</p>	<p>↓</p> <p>・温度だけで調べてみよう。何度くらいまで耐えられるか。</p> <p>↓</p>
2	T <sub>3</sub> 温度をどんどんあげると、どうなるかな。	<p><b>温度を何度くらいあげると死ぬのか</b></p> <p>C<sub>17</sub> 26℃くらい。ビニール袋の中の高い温度がそうだったよ。 C<sub>18</sub> 40°~50°くらい。ふろの温度がそれくらいだ。 C<sub>19</sub> 水と空気は違う。水が40°なら空気は50°くらいだ。</p>	<p>↓</p> <p>・40℃以上は生きていけない温度だ。</p> <p>↓</p>
	T <sub>4</sub> 何度くらいまで生きられるのかな、実験で調べてみよう。(じょじょに温度をあげていくように指示させる)	<p><b>A 児の記録</b></p> <p>45° みんなおちた 40° 1匹きおちた 35° 羽、足も動かない 30° 動かない 24° 元気だ</p> <p><b>B グループの記録</b></p> <p>死んだぞ ↓ 水でひやせ ↓ 生きかえった(27℃だった) ↓ 2匹きは死んだ ↓ あつさによわいんだな</p>	<p>↓</p> <p>・死んだのが生きかえった。温度をもとにしたら関係しているんだ。</p> <p>↓</p>
	T <sub>5</sub> 実験の結果を発表してごらん。	<p>C<sub>20</sub> 死んだと思った。 C<sub>21</sub> 43℃でひっくりかえった。 C<sub>22</sub> 27℃にきけたらとんだよ。 C<sub>23</sub> おどろいた。死んだハエが生きかえった。</p>	

2	<p>T<sub>6</sub> 温度をさげたらどうなるだろう。(温度を上げさせながら、温度と活動の関係のふしぎさに気づかせる。)</p>	<p>何度くらいになると死ぬのかな</p> <p>C<sub>24</sub> 10℃くらい、はっきりわからないけど。  C<sub>25</sub> 5℃くらいでないかな。冬は5℃くらいまで気温がさがる。  C<sub>26</sub> さっきは、24℃ではじめて11℃上ったら動かなくなった。  C<sub>27</sub> こども、24℃より11℃さげたら動かなくなるかな。  C<sub>28</sub> 水を氷で温度をさげてみよう。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>B 兄 25℃ ↑ 元気だ  20℃ ↑ 砂とんでいる  15℃ ↑ あまりとばない歩く  10℃ ↑ 動かない  5℃ ↑ みんなひっくりかえる  0℃ ↑</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>B グループ  12℃ ↑ 羽を動かさない  10℃ ↑ 足も動かない  7℃ ↑ 1匹きおちた  6℃ ↑ みんなおちた  水に入れてあたためよう</p> </div> </div> <p>C<sub>31</sub> やっぱり生きかえった  C<sub>32</sub> 12℃や10℃ではだめなんだな</p>	<p>・やっぱり生きかえった。</p> <p>↓</p> <p>・12℃～5℃では生きていけない温度。活動には温度が関係している。</p> <p>↓</p> <p>・上限、下限の温度があれば生きやすい温度もあるはず。</p> <p>↓</p> <p>・生きてゆくのによい温度があるんだな、5月～10月頃は、生きやすい温度だ。</p> <p>↓</p> <p>・びんの中の温度が生きやすい温度を超えたので死んだんだ。</p>
3	<p>T<sub>7</sub> 2つの実験からどんなことがいえますか。(一年間の気温のグラフ提示)</p> <p>T<sub>8</sub> 窓ぎわにおいて死んだのはなぜでしょう。</p>	<p>生きやすい温度はどのあたりか</p> <p>C<sub>33</sub> 35℃いじょうは高すぎて生きられない。  C<sub>34</sub> 12℃いかでは低くすぎてよくない。  C<sub>35</sub> ショウジョウバエの生きやすい温度は15℃～30℃くらい。  C<sub>36</sub> 5月は17℃だし、10月は19℃だからその間は、生きてるよ。  C<sub>37</sub> 11月から4月頃までどうしているのかな  C<sub>38</sub> 温度がひくすぎて死ぬことはたしかなんだかな。  C<sub>39</sub> きょうは、24℃だからよい温度なんだね。  C<sub>40</sub> 温度が高くなりすぎた。  C<sub>41</sub> びんの中の温度は、何度だかはかってみよう。</p>	<p>↓</p> <p>・12℃～5℃では生きていけない温度。活動には温度が関係している。</p> <p>↓</p> <p>・上限、下限の温度があれば生きやすい温度もあるはず。</p> <p>↓</p> <p>・生きてゆくのによい温度があるんだな、5月～10月頃は、生きやすい温度だ。</p> <p>↓</p> <p>・びんの中の温度が生きやすい温度を超えたので死んだんだ。</p>

## イ 授業研究で明らかになったこと

まっ暗い所と直射日光に当たる所で飼育観察させ、その比較から活動には、明るさより温度がたいせつであることに気づかせる指導は効果的である。

・児童の認識が学習後どのように変わったか簡単な調査を試みたら次のような結果になった。

問題一タ万、学校のごみ捨て場にたくさんのショウジョウバエがいました。どうしてだと思いますか

学習前	学習後
<p>・日かげだからすき 19 %  ・うすぐらいところがすき 25 %  ・涼しい日かげがすき 21 %  ・よい温度だから 5 %</p>	<p>・20～24℃くらいの温度だから  ・30℃以上のところはいいない。日なたは30℃以上  ・日かげは日なたより温度がひくいから  ・朝夕や、日かげは19℃～24℃だから  ・朝夕は暗いから  ・すずしいところが好き</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: flex-end;"> <div style="font-size: 3em; margin-right: 10px;">}</div> <div>91 %</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: flex-end;"> <div style="font-size: 3em; margin-right: 10px;">}</div> <div>9 %</div> </div>

・以上の調査結果をもとに考察してみると、明るさによって、ショウジョウバエのすみ場所がきまると考えていた大部分の児童が、温度を視点にして活動を考えるように変わっていることがわかる。

これは、課題提示の段階で、直射日光の当たるところに出しておいたショウジョウバエの死んだ原因を明るさ、餌、温度、湿度などの観点から多面的に出し合い、意見をたかかわせる中で、ひとりひとりの考えの矛盾に気づかせ、問題意識を深めていったことに原因しているのではないと思われる(分節1参照)。明るさから温度への過程は、児童にとって先行経験を生かしやすい過程であり、この単元の認識を深めるのにも重要なポイントではなからうか。というのは、3年のモンシロチョウやへ



チマでは、体感としての暖かさと成長を結びつけて考え、その中には目に感ずる明るさもはいつているから。また日かげや日なたでジャガイモを育てたり、日かげや日なたの気温も測定しているので、明るさがジョウジョウバエの活動と結びついてくるのは当然である。

・まっ暗いところでも育っていること。直射日光のあたるところでは死んだこと。この二つのことから、温度が意識され、びんの中の温度を測定し、40℃にもなっていることから、「びんの中が温室になった」、「むしぶるた」と言っている。さらに「何度くらいまで耐えられるのか」と、問題意識が深まっていった。しかし、この過程で、活動に関係する幾つかの条件の中から温度を強く意識させることはできたが、明るさを完全に捨象することはできなかった。児童はまとめの段階で「明るさも少し関係する。それは明るいところが好きだから。」と言っている。

生きるための上限、下限の温度から、適温を推論させる指導は効果的である。

・児童の大半は上限の温度を40℃くらいと考えている。これは、ふろの温度から類推している。これに対して、水と空気は違い、人間だって30℃くらいでひてしまい、いや病気になって熱がでると40℃くらいになりこれが限度だ、熱帯魚の温度が40℃になって死にそうになったなどの意見が対立して出ているが、これまでの学習にこうした上限・下限の温度を調べる経験がないので、きめてがたい。

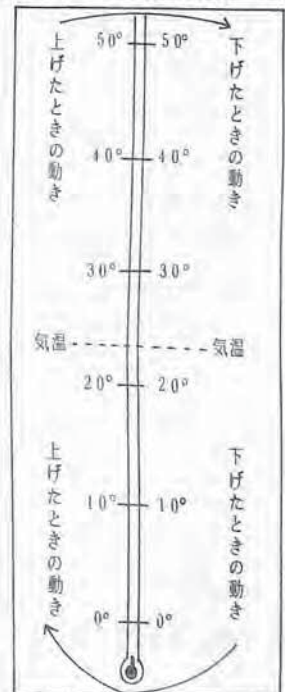
・仮死状態になったものが再び元気をとりもどすことに児童は非常な驚きを示す。このショックがあまりにも大きいため、上げ下げした温度のことを忘れ勝ちであるが、下図のような方法で温度と活動の関係を記録させると、温度が重要であることを意識してくれる。

・下限と上限をとらえると自然に「ちょうどよい温度」が問題になってくる。これまでの実践では、ここですぐ適温をおさえる指導が多かったが、それは無理であり、ここでは「適温がありそうだ」という意識の盛り上げで止め、実際に温度をかえて飼育する過程で適温を理解させることが大切である。

・この実験は児童にとって初めてのものであり、また5年生でも活用する実験なので、実験方法や実験の道具など、児童自らに発見させ、自分の考えた方法でやったら成功したという意識を持たせ、実験方法の重要性に気づかせることがたいせつである。こうした発見的手法を用いることが方法に関するつまずきを乗り越えるための最上の策である。

実験でわかったことを活用して理解を深める指導は効果的である。

・実験後1年間の気温の変化を表わすグラフを提示し、ジョウジョウバエはいつ頃まで生きていられるかを推論させたところ、大部分の児童が温度が10℃くらいに下がる11月を指摘していることから考えても、生活に適した温度があることを理解しているように思われる。指導後「気づいてみたら、私たちの身のまわりから、ジョウジョウバエが姿を消しました。下のグラフを手がかりに、あなたの考えを書きなさい」という調査をしたら、C<sub>1</sub>「生きていける温度でないから」、C<sub>2</sub>「実験したら10℃で動けなくなった」、C<sub>3</sub>「寒いと動きがにぶいなど」と温度という視点からとらえていることから考え、活動と温度との関係は十分理解されたように思われる。





## ⑥ 実践例 2 (第2次の④ 蛹の内部のくわしい観察から、生命の連続性に気づかせる指導)

### ア 本時の全体構想

#### ・ 本時の目標

さなぎの外見上の形や大きさは変化していないが、殻の中では色や形が変化し、質的な変化が行なわれていることを、顕微鏡観察などによって理解し、その変化の様子を正しく記録することができる。

#### ・ 基本的な内容

- ・ 蛹の外見上の形や大きさは変わらないが、殻の中では質的に変化しながら、成長を続けている。
- ・ 蛹の成長期間は、気温が高いと短くなり、低いと長くなったりして変化する。

#### ・ つまずきの実態

・ ショウジョウバエの蛹の中は変化しているのかの問いに対して、変化している 52%, 変化していない 48% で約半数の児童は変化するとしているが、その理由についてたずねてみると、C<sub>1</sub>—変わなければ成虫になれない、C<sub>2</sub>—成虫になる準備をしている、C<sub>3</sub>—蛹になる前は、細長くて白っぽい幼虫であったのに、蛹から出てくる成虫は、色も形も全然違っているから、蛹の中で必ず変化しているはずだ、C<sub>4</sub>—蛹の外側の色が変わっていくのは、殻の中の色や形と関係しているなどで変化する観点を色でとらえたもの 52%, 形で 26%, 大きさで 15%, 何となく変化すると思う 9% であった。逆に変化しないと答えた児童について、その理由を聞いてみると、C<sub>5</sub>—蛹は動かないでじっとして、休んでいるみたいだ、C<sub>6</sub>—餌も食べないから大きくなれない、C<sub>7</sub>—蛹の色は、みんな茶色で、かわの下には、蛹のなり始めから、成虫の形に似たものがあると思うなどであった。このことから、蛹の内部について児童の認識は、全くブラックボックス的な考えであるように思われる。

・ 蛹を温度の高い所においたときと、低い所においたときで、育ち方が違うだろうかという問いに対して、温度の高い方が早く育つ 78% 温度に関係ない 17%, 低い所 5% で、その理由として C<sub>8</sub> (高い所)—モンシロチョウだって、春の頃より夏の方が早く育った。C<sub>9</sub>—よう虫も温度の高い方が早く育ったとしている。一方、低い方が早いのではないかと答えたものの理由は、C<sub>10</sub>—アゲハの蛹なんて、真冬の寒い所だって平気にいるから、寒い方が好きで、高い方は悪いのではないか、変わらないとしたもの、C<sub>11</sub>—蛹は、厚いからに包まれているから、暑さや寒さは感じないなどとしている。このことから、蛹の殻や冬の生活の様子が、温度と蛹の育ち方についての児童のつまずきの原因となっているように思われる。

#### ・ つまずきの生かし方

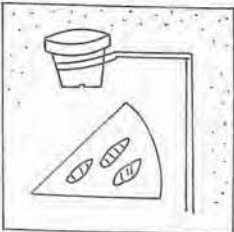
・ 「蛹の殻の中で、色や形は変化する」「変化しない」と相対立する意見を、蛹の内部を観察する前の予想の段階にとり上げることによって、児童の実験観察に対する問題意識が明確になり、学習意欲も高まり、自主的、探究的な学習態度も養成され、正確な記録をもとに、蛹の成長が連続的に変化している事実を正しく理解させることができる。

・ 「蛹の成長と温度の関係」について、児童は先行経験から、温度が高ければ蛹であっても、成長期間が短くなるのは当然だとしている。それに対して、蛹は厚い殻におおわれているから、または寒い所でも生活しているから、温度が低い方がよいとしたり、温度は関係しないとする児童のつまずき



を、蛹の成長と温度の関係を調べる予想の段階で、とり上げることによって、温度に対する討論や予想に深まりが出てきて、実験観察に対する意欲が高まり、条件設定のし方や実験方法の工夫がなされ継続観察に対する積極的な態度と資料にもとづく正しい判断力が養成できる。

○ 授業の展開

分節	教師のはたらきかけ	児 童 の 反 応	認 識 の 変 容
1	<p>T<sub>1</sub> 蛹の様子はどう変わったか。 (2,3日前に蛹になったものを提示)</p> <p>T<sub>2</sub> いろんな色をした蛹がいるのはどうしてだろう。</p> <p>(変化するしないの考え方を自由にしかも十分話し合わせる。)</p>	<p>蛹の様子は、どこが変わっているか</p> <p>C<sub>1</sub> 形や大きさは変わらないし、それに動かない。</p> <p>C<sub>2</sub> 蛹の数が、昨日よりふえてきた、成虫もいる。</p> <p>C<sub>3</sub> 色が少しずつ、変わってきている。</p> <p>C<sub>4</sub> 黒っぽいのが茶色、白いのもいる。</p> <p>色の違う 蛹がいるのは どうしてだろう</p> <p>C<sub>5</sub> 種類が違うのではないか。</p> <p>C<sub>6</sub> 日光がよく当たったのと当たらないのの違いだ。</p> <p>C<sub>7</sub> からの中で、色や形が変わってきたからだろう。</p> <p>C<sub>8</sub> 成長するにつれて 色が変化しているのだろう。</p> <p>C<sub>9</sub> 蛹は動かないでいるから、成長していないよ。</p> <p>C<sub>10</sub> それに餌を食べている様子もないから、中も変わってはいないよ。</p> <p>C<sub>11</sub> 休んでいるのなら、成虫になれないのではないか。</p> <p>C<sub>12</sub> 殻の中で、成虫になるための準備をしているのだ。</p> <p>C<sub>13</sub> 蛹の前は、細長い形をした幼虫だったのに、蛹から出てくるときは、全然形の違う成虫が出てくるんだよ。</p> <p>C<sub>14</sub> やっぱり、殻の中で形が変わってるんだよ。</p> <p>中を調べてみよう。どうすればいいかな</p> <p>C<sub>15</sub> 小さい虫だから、うまく調べられるかな。</p> <p>C<sub>17</sub> 針の先で、殻をつついて割って中を見ればいい。</p> <p>C<sub>18</sub> 何か 特別に強い光をあてて 中が見られるといいよ。</p> <p>C<sub>19</sub> レントゲンなどはだめか。</p> <p>C<sub>20</sub> ナイフで切って、虫めがねで見ればいいな。</p> <p>C<sub>21</sub> スライドグラスにのせて 顕微鏡で見ればいい。</p> <p>解剖顕微鏡や いろんな道具を使って調べよう</p> <p>A児(薫)の記録</p> <p>・ 蛹の色は、茶色だけだと思っていたが、黒っぽいのが、白っぽいのが、すきとおったのがあった。</p> <p>・ 殻の中には、成虫に似た形のほかりたと思っていたのに、幼虫に似たのや、目が赤く、羽や足のちっちゃったのもいた。</p> <p>・ ぬけからも多かった、どんどん成虫になった。</p> <p>・ さなぎは、殻の中で餌も食べないのに、色や形が変化して育っているのがふしきた。</p>	<p>○ 形や大きさは変わっていないが、色が変わっている。どうしてだろう。</p> <p>↓</p> <p>○ 蛹の中の変化と関係しているのかな。餌もとっていないから内部が変わるはずがない。</p> <p>↓</p> <p>○ 蛹の中で色や形が変化しているかどうか内部を調べてみよう。</p> <p>↓</p> <p>○ 蛹の中で色や形が変化している。</p>
2	<p>T<sub>3</sub> 蛹の中の様子を調べてみよう。</p> <p>(実験観察の方法を工夫させる。)</p> <p>T<sub>4</sub> いろいろな道具を自由に使って調べてみよう。</p>		

## B児(徹哉)の記録

・メスで切って、顕微鏡で見ると、細長く丸いところに、手足があり、赤い目があった、手足はちまちまてくにやぐにやしていた。

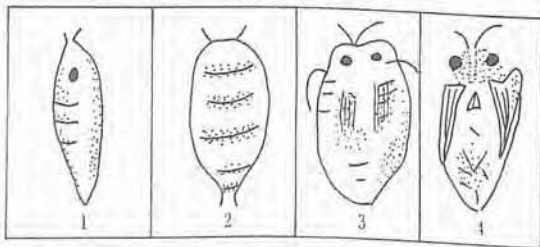


蛹の中の色も変わっている

C22 からの色がいろいろあった、オスとメスがいた。  
C23 幼虫の形に似たものと、成虫に似たものがあった。  
C24 はねや足はちちんでたが、赤い目がきれいだった。  
C25 2本の触角、体に黒い線があった。

蛹にも育つ順序があるようだ

C26 初め幼虫に似ていたが、形が少し丸くなると色もこくなるようだ。  
C27 赤い目が見えるころ、羽や足も出始めるようだ。  
C28 蛹から出る前になると、成虫と同じ形になるが、羽の色などは少し白いうだ。



幼虫も、成虫にも育つ順序があるのかな

C29 幼虫は餌を食べて大きくなるから、順序がある。  
C30 それに色も白っぽいものから少し色がついてくる。  
C31 蛹のように形ははっきりしないが育つ順序がある。  
C32 成虫は親になったのだから、それ以上育たない。

蛹が育つのに関係することって、何だろう

C33 食べ物だろうか、それにしめり気だろうか。  
C34 蛹には口がなかったから、食べ物は関係ないよ。  
C35 それより温度が一番関係するのではないか。  
C36 幼虫は暖かい所で早く育ち、成虫もよく動いた。

温度と蛹の育ち方を調べるにはどうすればいい

C37 厚い殻の中に入っているから、温度と関係ない。  
C38 蛹は冬の寒いときも、じっと外にいられるよ。  
C39 だけど急に蛹から成虫がたくさん出たり、2、3匹しか出なかったことがあった。これ温度だよ。  
C40 蛹の殻って、人間のようかい オーパみたいだよ。  
C41 幼虫のときのように18℃と25℃で調べてみよう。  
C42 蛹の殻をとっても生きられるかも、調べよう。

温度を変えると蛹の育ち方も変わるだろう

C43 温度の高い方が早く育ちにきまっているよ。  
C44 幼虫と違って、変わらないと思うよ。  
C45 殻の中から出した虫、そのままでは育たないよ。  
C46 いや、ちょうどよい温度であれば育つよ。  
C47 とにかく、これからよく調べてみようよ。

T5 蛹の中はどれも同じだったか。わかったことを発表してごらん。

T6 蛹にも、育つ順序があるのか。

(A児(戴)の記録をもとに 育ち方をまとめる。)

T7 幼虫や成虫にも育つ順序があるのか。

T8 蛹が育つのに関係していることはどんなことだろう。

T8 温度が関係するかどうかを調べるにはどうすればよいか。

T9 どんな結果が出るか 注意して調べていこう。

・色や形が変わりながら育っている。

・蛹の中で順序よく育っている。

・蛹の内部が変わるとすれば、幼虫にも育つ順序があるはずだ。

成虫にはないだろう。

・餌をとらないでも変わるとすれば変えるものは何だろう。

温度だろう。  
食べ物だろう。  
しめり気だろう。

・蛹の育ち方と温度は関係するだろう。関係はない。

・温度と育ち方を調べてみよう。



## イ 授業研究で明らかになったこと

問題意識を明確にすることによって，児童の実験観察への意欲が高まり，単に蛹の内部の色，形の変化を観察することにとどまらず，蛹の成長の連続性を正しく理解させることができる。

・従来，成長過程をとらえさせる指導では，ややもすると成長過程の大まかな段階，つまり，卵→幼虫→蛹→成長の順に育つという程度にとどまることが多く，各段階における成長変化を細かくとらえさせる指導は不十分であった。特に蛹については，その傾向が強く，外部の色の变化などから，変化をとらえさせるだけで，内部の変化にまで目を向けさせるような指導は不足であった。従って児童にとっては，蛹の内部はブラックボックス的な存在であった。

・蛹の内部を観察する前に，内部で色や形は変化しているのかを問題にして，討論を深めたことにより，A児（薫）のように，事前には内部の変化を認めていなかった児童が，顕微鏡観察などによって2節の記録や蛹の成長順序を書いた絵をつくるまでに，観察が細くなり，正確な記録をとれるまで能力が高まってきた。またB児（徹哉）のように，事前にかからの中で，よう虫が手や足を出して成虫になっていると考えていた児童が，授業の記録2節にあるように，はっきりとした変化をとらえることができるようになった。このことから，いかに明確に問題意識を持たせることが，学習意欲をもり上げ，積極的な学習態度を育てるために，重要であるかを痛感させられた。

・蛹の中を観察するに当たって，小さな素材を解剖しなければならないという，技術的な難しさが，この学年の段階で問題にされると思うが，児童の記録一（成子）－「ピンセットで蛹をとってもすぐつぶれる。次にとってみたらからであった。8回目でやっと，赤い目をした成虫に似た虫をみつけてとてもびっくりした。4回目のは白い色の蛹から，幼虫に似た虫が出てきたのでびっくりした。」に見られるように，数多くの素材と十分な用具の準備があり，時間を与えることにより，それが可能であることを実証することができた。



問題意識を明確にすることによって，児童の探究的な学習態度を育て，その方法を体得させることができる。

康弘の記録一はくは，始め蛹の中が変わっているようすをみようと思いその実験を始めた。だが蛹はびんにくっついていてなかなかとれなかった。やっとなつて皮をはがそうと思いピンセットでつかんだら，たちまちこわれた。はくはまたなあと思い何回もびんからとったがすぐ割れた。そのわけは，からの中がみんなからっぽだった。はくはじゃー 黒っぽいのはどうかと思い，黒っぽいのをとった。中にちゃんと入っていた。はくは，そうか 茶色っぽいのは入っていないで，黒っぽいのが入っているんだとわかった。そして，違う黒っぽいのをとってみたが，それには入っていなかった。はくは色だけではきめられないのかと思い，黒いのをとった。 以下略

事前に持っている学習問題と学習中に新しく生まれた，つまずきをからみ合わせることにより，より発展的な思考や学習活動の場を構成することができる。

・蛹の中を観察するとき，C1-蛹はモンシロチョウと同じように糸で体を支えていると思ったら，まちがいであった，C2-蛹は何かねばねばした汁を出してくっついているみたいなどの発言があって観察がより深まっていく。また蛹が餌を食べるかの話し合いのとき，C1-目に見えない細い管を出して，そこから養分を出しているといってゆずらない。こうした発言がきっかけになって意見が対立し，討論が深まり，それに つれて新しい実験・観察が必要になってくる。児童のつまずきが生きて働く。



## (7) 実践例 3 (第3次の㊦㊧ 世代を繰り返しても大きさや形は変わらないことをとらえさせる指導)

## ア 本時の全体構想

## ○ 本時の目標

季節や温度を変えて育てた虫の成長記録をもとにして、成長の期間には違いがあるが成長の順序や世代の繰り返しによる大きさや形は変わらないことを確かめることができる。

## ○ 基本的な内容

- ・卵→成虫に育つ日数は夏(高い温度)は短く、秋(低い温度)の深まりにつれて長くなる。
- ・虫の成長の全期間(卵→成虫)の長短に応じて、各段階(卵・幼虫・蛹)の日数もきまってくる。
- ・世代を繰り返し(卵→成虫→卵→成虫)ても、その虫特有の大きさや形は変わらないこと。

## ○ つまずきの実態

・温度と成長期間の調査では、15℃のとき早く成長する10%、20℃のとき50%、25℃のとき30%、30℃は10%であった。低温の反応が高いのはモンシロチョウの学習が5～6月頃にあったり、他の虫に先がけて多く見られることなどによるとおもわれる。C<sub>1</sub>—黄色の花(アブラナ)やキャベツの大きくなる頃多く見られる。C<sub>2</sub>—夏の暑い頃モンシロチョウはあまりいない。C<sub>3</sub>—夏になるとハエが多い。C<sub>4</sub>—30℃もあれば人間だって夏やせする、虫もあまり暑いと大きくなれない。

・温度による成長期間の長短が各段階の成長日数に対応するかの問に対して、幼虫は1日くらいですく蛹になる10%、卵の間が長く幼虫・蛹は短い20%、卵・幼虫は短く蛹はとても長い50%、各段階とも同じ割合で変わる20%で、蛹の期間が長いとするものは合わせて60%である。児童は虫について二次飼育の経験は全くない。C<sub>5</sub>—蛹はじっとして動かないが、幼虫と全然形の違う成虫ができるんだからやっぱりてまがかかる。C<sub>6</sub>—虫の卵なんて小さいからすぐみよける。C<sub>7</sub>—どんな虫だって半分の日数で育つわけがないなど考えはまちまちで、きまった日数があるという見方は少ない。

・世代の繰り返しによる形態の変化を調べた結果は、1回めより2回めが大きくなる30%、繰り返しているうちに羽・足の数・形が変わる40%、えさがよければぐっと大きくなる30%、変わらない0%である。児童は、餌をとって成長するものはよく調べればかならず変わっているという。C<sub>8</sub>—うちの子豚なんて親より13kgも大きい。C<sub>9</sub>—おら、おかあさんに比べてない。C<sub>10</sub>—虫だって絶対に同じのなんていないさ。C<sub>11</sub>—中学生や高校生なんかみんな大きいぞ。C<sub>12</sub>—ヘチマからヘチマ、ジャガイモからジャガイモがとれるから、ハエからハエが生まれるのはあたりまえさ、でもからだの長さ、頭の形、羽の大きさなんてみんな違うさ。などである。

## ○ つまずきの生かし方

・「モンシロチョウも他の虫も人も暑いときには活動はするが、成長はあまりしない。」と、いう児童のつまずきと「夏になるとハエが多い。」と、いう事実を絡めて問題意識を深めていき、季節を変えた一次二次の飼育のデーターから温度と成長の関係を多面的にとらえさせ、探究的な実験観察の態度方法を身につけさせたい。

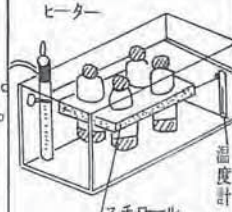

・「生物の成長期間が半分になるわけではない。」と、いう素朴な疑問は当然である。既習のアサガオ・ヒマワリ・ヘチマ・カエル・ジャガイモ・モンシロチョウの経験では考えられないことである。従っ



てこのつまずきを実証的に解明する探究の過程を組むことにより, 各段階の成長期間をとらえるとともにシヨウジョウバエの成長が温度と深い係わりのあることが確実に理解される。そのために, 二次にわたる飼育のほか器械による飼育を併行して豊富なデーター処理と分析的な見方を深めたい。

・「何回か卵 成虫を繰り返せばどこか変わる。」と, いうつまずきに対して「そんなに変化が続けば2~3年でシヨウジョウバエは他のものになるだろう。」と, 反問して実験・観察の興味と関心を高め個体比較の視点を発見させ生物特有の種の継続についての認識を実感としてまとめさせたい。

# 。授業の展開

分節	教師のはたらきかけ	児童の反応	認識の変容																																																																																																																							
1	T <sub>1</sub> 10月頃も夏と同じように成長するのかな。	<p><b>10月頃も夏と同じように育つかどうか</b></p> <p>C<sub>1</sub> 10月は寒くなるからハエは育ちににくいと思う。</p> <p>C<sub>2</sub> はかのハエもだんだん, 見られなくなるようだ。</p> <p>C<sub>3</sub> コオロギなどの泣く虫や赤トンボの時期だ</p> <p>C<sub>4</sub> 温度さえ25℃くらいになれば夏と同じだから育つ</p> <p>C<sub>5</sub> ショウジョウバエは小さいから特に寒さに弱い。</p> <p>C<sub>6</sub> 小さくても温度さえ夏のようなら育つと思う。</p>	<p>・寒くなってくるから育ちににくい。</p> <p>↓</p> <p>・15℃くらいでの活動は活発でない。</p> <p>・暖かいときもあるから成長するだろう。</p> <p>↓</p>																																																																																																																							
	T <sub>2</sub> もう一度飼って育ち方を調べてみようか。	<p><b>季節を変えてもう一度飼ってみよう</b></p> <p>C<sub>7</sub> 9月は夏の続きで暑い日もあって温度差がない。</p> <p>C<sub>8</sub> 10月になれば夏と10℃くらいの差があるので, 育ち方の違いがよくわかるのではないかな。</p> <p>C<sub>9</sub> 実際飼ってみたいと調べられないのだ。</p> <p>C<sub>10</sub> 10月に入ったらみんなでもう一度調べてみよう。</p> <p>C<sub>11</sub> みんな同じでなくていろいろな温度でやりたい。</p>	<p>サモ付ヒーター</p>  <p>温度計</p>																																																																																																																							
	T <sub>3</sub> 温度もいろいろ変えて育ち方を調べてみよう。よい方法はないか。	<p><b>温度も変えて育ち方をくわしく調べよう</b></p> <p>C<sub>12</sub> ひとつだけでなくいろいろな温度で育てれば, おもしろいことや変わったこともわかると思うよ。</p> <p>C<sub>13</sub> 本に書いてあるような機械を使ってみたら。</p> <p>C<sub>14</sub> 作った温度では育たない。自然がいい。</p> <p>C<sub>15</sub> 作った温度と秋の温度は違う。</p>	<p>・装置を工夫して二次飼育をしよう。</p> <p>補助板をつけてびんを入れる</p>  <p>5cm</p>																																																																																																																							
	T <sub>4</sub> さあ, 夏と秋の育ち方をくらべてみよう。	<p><b>秋はやっぱり夏と育ち方が違うようだ</b></p> <p>C<sub>16</sub> どうも夏の頃とくらべると少し元気がないな。</p> <p>C<sub>17</sub> 温度の高い日は夏みたいにさわいでいる。</p> <p>C<sub>18</sub> 育つ日数は15日もかかって夏の日数の3倍もある。</p> <p>C<sub>19</sub> 餌の食べ方や動きはのろろしている。</p> <p>C<sub>20</sub> 寒くて栄養がとられないからハエが小さい。</p> <p>C<sub>21</sub> でも卵→幼虫→蛹→成虫の順序は変わらない。</p>																																																																																																																								
	T <sub>5</sub> みんなが苦心した夏と秋の成長記録をならべて見ると, 違いや似ている点がよくわかるよ。	<table border="1"> <tr> <td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td></tr> <tr> <td>8月</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>夏30°</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td></tr> <tr> <td>10月</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>秋15°</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td><td>卵</td></tr> </table>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	8月																								夏30°	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	10月																								秋15°	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23																																																																																																			
8月																																																																																																																										
夏30°	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵																																																																																																			
10月																																																																																																																										
秋15°	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵	卵																																																																																																			
T <sub>6</sub> 温度を変えて機械で育てたハエの成長はどのように変わっているか。	<p><b>温度が高いと早く, 低いとおそく成長するのだ</b></p> <p>C<sub>22</sub> やっぱり温度が高い方が早く成虫になる。</p> <p>C<sub>23</sub> 機械で作った温度で育てても成長の順序は少しも変わらない。(卵→幼虫→蛹→成虫)</p> <p>C<sub>24</sub> 温度が低くなるにつれて(30°25°20°15°)成長日数が多くなった。10°以下では成長しないだろう。</p>	<p>・秋にも育つか, 夏の育ち方より日数がかかる。</p> <p>↓</p> <p>・温度が高いと早く低いと遅く成長す</p>																																																																																																																								



T<sub>7</sub> 段階ごとの成長についても気づくことはないか。

C<sub>23</sub> 長くかかって成長するときには卵・幼虫・蛹の間も長くかかりだんだん大きくなっている。

人工温度

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
25°	♂	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀				
20°	♂	♂	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀

C<sub>28</sub> 温度によって餌の食べ方、内部の変わり方が違い、段階ごとの成長も早くなったり遅くなったりする。

卵→成虫を何回繰り返しても同じハエだ

T<sub>8</sub> 早く育っても遅く育ってもハエそのものの大きさや形は変わらないか。

C<sub>27</sub> 何回か一生を繰り返してるうちに少しは変わる。

C<sub>28</sub> 今までの観察でも大きいのが小さいのがある。

C<sub>29</sub> 足の数・羽の数などは絶対に変わらない。

C<sub>30</sub> 目の色・目の数も変わらんとするよ。

C<sub>31</sub> めす・おすのおしりの形だって同じだろう。

C<sub>32</sub> 大きさをはかりたいが、よい方法がない。

C<sub>33</sub> グラフTPの上にハエをのせ解剖顕微鏡で見る。

C<sub>34</sub> これを取ると、ショウジョウバエでなくなる点に注意して見くらべればよい。

C<sub>35</sub> はかのいきものも調べたら面白いな。

るんだな。

・温度が高すぎても低すぎても成長しないようだ。

・各段階ごとの成長期間も温度によって変わっていくんだな。

・ショウジョウバエは何回一生を繰り返しても大きさや形(特徴)は変わらないで卵→成虫卵→成虫と続いていくんだな。

# イ 授業研究で明らかになったこと

虫の成長を季節とのみ関係づけて考える傾向の強い児童の認識を深め、生命現象の連続性に気づかせるには、季節を変えた虫の二次飼育は効果的である。

・児童の意識は実態調査や分節1 G<sub>1</sub>~C<sub>9</sub>の発言にみられるようにモンシロチョウは春、泣く虫やホトトギスは秋、ハエは夏に多いというように虫の存在を季節と結びつける考え方が強い。そこでC<sub>9</sub>の発言を共通の問題として練り上げたところ、季節を変えた飼育のみでなく、温度調節器を使った二次飼育の多様を実験結果を期待する意欲が強くなった。このことは分節1のC<sub>1</sub>C<sub>2</sub>の発言をみても明らかである。すでに温度と成長の順序を強調した一次飼育の土台があって飼育に対する抵抗が少ない点もみのがせない。

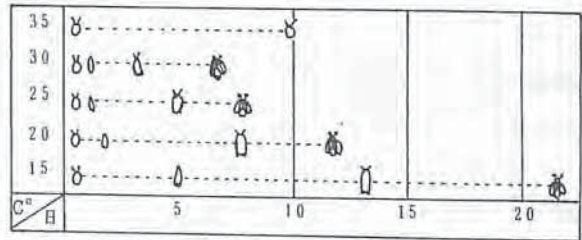
・とかく単調に流れやすい継続観察の中途に、個体(成虫・蛹・幼虫・卵)のくわしい観察過程を組むことは非常に効果的であり、生命の連続性の理解や探究の目を開き、事後の観察の態度も変わってくる。C<sub>1</sub>—いっしょうけんめい研究していたら3時間もたっていたのに気がつかなかった。(成虫観察で)C<sub>2</sub>—赤い目の中に少し小さくて黒い丸がたのものが見えた。C<sub>3</sub>—さなぎをメスで切った、頭が出てきた赤い目もできていた。あすあたり成虫になったのかもしれない。C<sub>4</sub>—黒っぽいさなぎを切った。成虫が出てくると思ったら幼虫が出てきた。びっくりした。この事実からこん虫の成長をとらえさせるのに変態の形式だけでなく各段階における成長変化をくわしく観察させ、その変化を温度と関係づけてとらえさせていく指導は児童の興味関心をよびおこし主体性の高い学習展開を可能にする。

生物の成長期間が簡単に半分になったり2倍になったりするわけではないとの素朴なつまづきは多面的な成長記録のデーターの積み上げによって、成長と温度との深い関係にまで深められる。



・実態調査では成長の度合いがどの段階でも同じ割合で伸縮すると予想したものは20%しかない。児童の認識の程度は種々雑多でモンシロチョウの学習でも、この点の追求は殆どない。成長期間の全体と部分を問題にする学習の構成にあたっては、一回の成長観察だけを問題にするのではなく、いろいろな条件下の成長記録をとり、それを総合的に検討し、個一集一個のみがき合いによって温度差による成長の類似点や相違点が明らかになって、つまずきが解消される。分節2のC<sub>10</sub>~C<sub>21</sub>の発言にみられるような表面的なとらえ方から、次第にC<sub>22</sub>~C<sub>28</sub>の発言にみられるように温度と成長日数・全期間と各段階の関係にまで深められてくる。

・考えをぶつけ合うには、論拠が必要である。そのためには、成長の記録を視覚化したり定量的にとらえられやすいように工夫すること。分節2の各図、右図などもその一例として児童とともに作成した。C<sub>9</sub>は成長の観察を続けていくうちに、「なんだち



っほけなハエじゃんか→小さい虫でも生きかえったりするんだな→ハエのことをもっともっとくわしく知りたい→ひとことでもハエくんと話したい。」と、対象に対する意識の深まりをみせている。C<sub>9</sub>「さなぎのときは苦しくありませんか→えさを全然食べないでよくへいきだね→そんなうまい方法教えてね。」と、親愛の情さえ示している。客観とか論理とか科学の方法で厳しい探究を旨とする科学学習であっても根底に流れるものとしての生命の尊重と自然を愛護する人間性を大切にしたい。

生きものだから、世代を繰り返している間に、外部形態も少しは変わってくるという児童のつまずきを生かすことによって、不変なものに目を向け、その視点から、種の保存に気づかせ得る。

・世代の繰り返しに対する児童の全部が何らかの形で変化があるとみている。C<sub>7</sub>ハエからハエが生まれるのはあたりまえさ。C<sub>8</sub>人だって人から生まれるよ。と、殆ど当前のこととして問題にされない。分節3のC<sub>27</sub>・C<sub>28</sub>の発言はこの上に乗ってハエはハエだが生きていく以上少しは変わるとしている。一方C<sub>29</sub>・C<sub>30</sub>・C<sub>31</sub>の発言のように変わるとしながらも不変なものとしての各部分をあげている。

・形は変わらないということについては、ハエの細かい部分の変化に目を向けるのではなく、他の虫との比較によって、ショウジョウバエに特有な形態や生態上の特性に目を向けるように指導する必要がある。そのためには小さいハエであってもくわしい形態上の特性(形が小さい、目が赤い)は十分おさえておく必要がある。また、形態上の比較だけではなく、二代目、三代目も、成長期間が似ているとか、成長段階の順序が変わらないとか、いろいろな視点から、環境条件を変えても不変なものに目を向ける。

・大きさの不変については、実創しようという意識が強い。分節3のC<sub>28</sub>の発言のように方法上の問題が残る。この点について、C<sub>31</sub>は1mm方眼のグラフTPを小さく切ってその上にハエをのせ、解剖顕微鏡(×20)で見たら拡大されてとてもわかりやすかったとしている。

・事後の調査では、その形を80%のものが変わらないとしているが、20%のものは少しは変わるとしている。例えば暖かいときと寒いとき成長したものは後者が小さい。それは季節や温度のせいであってハエ自体の変化でないといっても納得しない。一考を要する問題である。



#### 4 研究の集約と今後の問題点

- (1) つまずきを生かすことによって問題意識を深めたり、予想、方法、実験などを深め、追求的な問題解決を行なわせることができる。

ひとりひとりに問題を持たせる鍵は、授業の最初に提示する課題にある。この段階で児童のつまずきを活用し、意見の対立を起こし、各自の考えの矛盾に気づかせることが、その後の行動を意欲的に押し進める原動力になる。例えば実践例2では、蛹の内部は変化しない(50%)と考えているつまずきを活用することによって、あの小さなショジョウバエの蛹の内部観察を意欲的に行なわせている。問題意識の深まりは、それだけにとどまらず続いて起こる実験方法をいろいろとくふうさせる。蛹を虫めがねで見たり、顕微鏡でのぞいたり、解剖したりしながら、蛹の内部の変化を探し求める。このようなくふうをこらして、蛹の中に幼虫を発見したり、赤い目をみつけたときの驚きようは格別である。失敗を繰り返しながら新しい方法を発見していくことが、つまずきを生かしていくことであり、これによってねばり強い思考力が形成されていく。

- (2) つまずきを生かすことによって、ひとりひとりの認識を深めたり、広げたりすることができる。

認識の変容が中軸になっている問題解決であるにもかかわらず、授業前と授業後で、少しも変容が見られないことがある。また活発に行動している数名の児童の変容だけに終わることも少なくない。その原因は、ひとりひとりに、つまずきを意識させ、苦勞して、考え考え問題を解決していく指導の足りなさにあるように思われる。その場、その場で必ず困まっていることがあるはずであり、これをひとりひとりに気づかせていかなければ認識を深めていくことはできない。実践例3には、温度と成長の関係に気づかせる困難さが述べられている。 $C_3$ のハエは秋の虫ではないから育たないという考えは、 $C_4$ の反論により不安になる。つまり $C_4$ によってつまずきに気づかされる。 $C_3$ が恒温器を使って調べようと言えば $C_4$ は作った温度では育たないのではないかと反論し、お互いの考えが不安になり実験して確かめなければならぬようになる。実験によって気温の低い方が3倍も長い期間のかかることがわかったかと思うと、 $C_{20}$ は寒くて栄養がとれないので、小さいハエが生まれたのではないかと疑問を投げかけてくる。そこで顕微鏡で個体の大きさ比べが始まり、小さい、大きい、変わらないと討論がかわかない。このようにして児童は絶えずつまずいてはいるが、そのつまずきを自ら気づかずに進む場合が多いので、他の児童とのみがき合いや教師の働きかけ、実験・観察などによって十分意識させていくことがたいせつである。

- (3) ひとりひとりにつまずきを認識させるには、あらかじめ児童のつまずきの実態を明確にとらえて指導にのぞむ必要がある。

その場、その場で児童のつまずきをとらえ、指導に生かすことはなかなか困難な仕事である。事前につまずきの実態をとらえて指導にのぞんでも、予期しないつまずきが表われ、教師をあわてさせたり、つまずきが多過ぎて生かしきれない場合もある。しかし、この実態を把握していないと、ひとりひとりにつまずきを意識させ、思考を深める場の構成ができず、認識の変容を期待することはできない。よく実態把握こそ授業のポイントであると言われるが、その実態がなかなか、ひとりひとりのつまずきの実態把握にまで到らないのが実際である。今回の実践を通して、つまずきの実態把握が面的であることを痛感している。